

VISÃO 2035:
Brasil, país desenvolvido

Agendas setoriais para o desenvolvimento

BIOCOMBUSTÍVEIS

BIOFUELS

Artur Yabe Milanez
Rafael Vizeu Mancuso*

P. 89-104

* Respectivamente, gerente setorial e engenheiro do Departamento do Complexo Agroalimentar e de Biocombustíveis da Área de Indústria e Serviços do BNDES.

Resumo

O Brasil possui um setor de biocombustíveis, particularmente em relação ao etanol, que se desenvolveu bastante desde o Proálcool, cuja relevância estratégica vem crescendo, entre outros fatores, pelo risco de um apagão energético na próxima década, bem como pelos compromissos do Acordo de Paris até 2030. Ao longo do presente artigo, são apresentados diversos fatores que podem influenciar o crescimento desse mercado. Para destravar o setor, mostram-se aspectos regulatórios, tributários e financeiros. Para potencializá-lo, destaca-se o Programa RenovaBio, a produtividade agrícola (variedades protegidas), o melhoramento genético, o etanol de segunda geração e novos combustíveis (como o biogás). Por fim, uma transformação no setor estaria condicionada a fatores que atualmente estão mais distantes de gerar um grande impacto, como a Plataforma do Biofuturo, eletrificação veicular com biocombustíveis e biorrefinarias.

Palavras-chave: Políticas públicas. Produtividade agrícola. Etanol de segunda geração. Novos biocombustíveis. Bioeconomia.

Abstract

Brazil has an industry of biofuels, ethanol in particular, that has been very well developed since the creation of Proálcool, the growth of its strategic relevance being associated with, among other factors, the risk of a general energy blackout in the next decade, as well as with the commitments of the Paris Agreement until 2030. Throughout this article, several factors that can influence the growth of this market will be presented. To unlock the industry, regulatory, tax and financial aspects should be considered. To optimize it, the RenovaBio Program, agricultural productivity (protected varieties), genetic improvement, second-generation ethanol and new fuels (such as biogas) stand out. Furthermore, a transformation in the sector would be subject to factors that are currently distant from generating a significant impact, like the Biofuturo Platform, electrification of vehicles with biofuels and biorefineries.

Keywords: Public policies. Agricultural productivity. Second-generation ethanol. New bio-fuels. Bio-economy.

Introdução

No Brasil, o setor de biocombustíveis, em particular o etanol, vem se desenvolvendo continuamente desde a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) nos anos 1970, sendo impulsionado, nas últimas duas décadas, principalmente por políticas governamentais voltadas para a produção e a utilização de seus produtos e pela introdução dos veículos *flex* em 2003.

Os principais *players* do mercado mundial de etanol são Estados Unidos da América (EUA) e Brasil. Em 2016, os EUA produziram 58% do total mundial, seguidos pelo Brasil com 27%; e a União Europeia, mais abaixo, com 5%. Os EUA também são o maior exportador, tendo o Brasil recebido 25% do total exportado pelos americanos em 2016 (RFA, 2017).

Em menor escala, existe o biodiesel, produzido majoritariamente de óleos vegetais (mas também de sebo bovino), cujos maiores produtores e consumidores também são EUA e Brasil, com respectivamente 4,8 e 4,0 bilhões de litros em 2015.

A cadeia de valor parte do cultivo das matérias-primas utilizadas para a produção do etanol (basicamente cana-de-açúcar no Brasil, milho nos EUA, trigo na Europa e, de forma ainda incipiente, material celulósico, sobretudo no Brasil e nos EUA). Vale mencionar que uma parte relevante do consumo de etanol ocorre nos próprios países onde existe produção. Um volume reduzido dessa produção é exportado para outros países, razão pela qual o etanol ainda não conseguiu alcançar a condição de *commodity* internacional.

A competição no mercado brasileiro varia conforme o elo da cadeia produtiva analisado. Na produção de etanol, há uma acirrada concorrência (cerca de 360 usinas, filiadas a 180 grupos), ao passo que a distribuição está concentrada em poucos grupos. No elo seguinte (postos de gasolina), há uma quantidade muito significativa de atores (cerca de quarenta mil postos – mais de 40% com bandeira branca), ainda que, em muitas regiões, não exista um mercado tão competitivo.

Por último, tem-se o consumidor final, que, desde 2003, tem a opção de adquirir veículos *flex*, abastecidos com gasolina, álcool hidratado ou ambos em qualquer proporção. O consumidor pode escolher o produto ou combinação que julgue mais interessante. Os veículos *flex* já representam aproximadamente 60% da frota total de veículos do Brasil e correspondem a 90% das vendas dos últimos anos.

Vale citar que a precificação do etanol segue uma lógica parcialmente semelhante à das *commodities*. Quando ocorre elevada oferta, o preço tende a cair. Já quando a oferta se reduz, o preço sobe, mas limitado à equivalência de desempenho, pois o etanol só é atraído se seu preço for de até 70% o da gasolina, paridade atualmente aceita pelo mercado.

Domesticamente, observa-se que a continuidade de vendas de veículos *flex*, combinada à inexistência de projetos de novas refinarias dedicadas à gasolina, mais as limitações da infraestrutura nacional para importação de gasolina, sinaliza possibilidade de aumento

crescente de importações de gasolina que, mesmo assim, podem conduzir para um “apagão de combustíveis” no médio prazo. Segundo algumas estimativas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), até 2030 o Brasil importará mais de 20 bilhões de litros de gasolina/ano (ANP, 2016).

Para evitar as importações, seria necessário aumentar a produção doméstica de etanol em quase 15 bilhões de litros, o que representaria um crescimento superior a 50% em relação à produção atual.

Ademais, o Brasil assumiu compromissos de redução de emissões de CO₂ derivadas do chamado Acordo de Paris, no qual se definiram metas nacionais de descarbonização para limitação do aumento da temperatura terrestre em até 2° C até 2030. Para tanto, estima-se que a produção de etanol brasileira teria de atingir cerca de 50 bilhões de litros/ano, praticamente dobrando a produção atual.

Contudo, a manutenção do preço do petróleo em patamares mais baixos impõe desafios para a retomada do crescimento do setor, que precisa investir em novas tecnologias para reduzir custos e aumentar sua competitividade ante os combustíveis de origem fóssil. Por outro lado, é necessário que a contribuição ambiental dos biocombustíveis para redução de emissões de CO₂ seja reconhecida por meio da implementação de políticas públicas que incentivem a descarbonização do setor de transportes, nos níveis doméstico e internacional, promovendo a produção e o consumo de biocombustíveis.

Como destravar o setor de biocombustíveis

Considerando apenas o segmento sucroenergético, nesse cenário de crescimento de 2,8% ao ano (a.a.), a produção brasileira de etanol precisaria atingir 44 bilhões de litros/ano em 2035, o que exigiria adicionar pouco mais de 16 bilhões de litros/ano de capacidade instalada. Para tanto, seriam necessários investimentos da ordem de R\$ 50 bilhões, tanto na expansão quanto na construção de novas usinas. Contudo, para que esse cenário de crescimento se concretize, será necessária a superação de algumas barreiras que destravem o crescimento do setor, conforme detalhado a seguir.

Aspectos regulatórios

Um fator crítico para o setor de biocombustíveis é o preço da gasolina, produto substituto do etanol, e como ele é regulado. No Brasil, a produção de gasolina é concentrada nas refinarias da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). Com o intuito de utilizar o preço da gasolina como instrumento de controle inflacionário, o Governo Federal (controlador da Petrobras) limitou, em período recente, o aumento do preço da gasolina no mercado interno até o fim de 2014, tanto controlando o preço de venda nas refinarias da Petrobras,

quanto reduzindo paulatinamente a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide).¹ Desse modo, o preço da gasolina não refletiu necessariamente sua escassez relativa, o que passou ao mercado sinais distintos daqueles que seriam necessários para induzir o investimento em expansão de capacidade produtiva de etanol.

Apesar de a nova diretoria da Petrobras estar neste momento praticando preços de mercado em sua política de comercialização de combustíveis, o histórico recente do preço do produto substituto (gasolina), controlado com objetivo de estabilização inflacionária, ainda gera alguma incerteza no setor de biocombustíveis.

É importante que a formulação do preço da gasolina continue sem influência política e, na medida do possível, reflita apenas as condições de mercado internacionais. Com um padrão de precificação mais previsível da gasolina, a incerteza quanto ao retorno do investimento em etanol seria significativamente reduzida.

Aspectos tributários

A carga tributária no Brasil consiste em um relevante componente de custo de boa parte dos bens comercializados no país. O etanol e a gasolina sofrem diferentes tributações. Enquanto a gasolina é tributada pelo Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) somente no estado consumidor, no caso do etanol a receita do ICMS é dividida também com o estado produtor. Nesse caso, há uma tendência de os estados produtores de etanol (como São Paulo, Paraná e Minas Gerais) aplicarem ao etanol alíquotas de ICMS inferiores às da gasolina, de forma a fomentar seu consumo. Quanto maior a diferença tributária entre os combustíveis, maior é a atratividade do etanol. Já pelo lado dos estados não produtores de etanol, há menor interesse em fomentar o consumo do etanol, haja vista a possibilidade de queda de receita tributária sem a contrapartida de aumento de investimentos na produção de etanol.

Nesse contexto, seria oportuna uma tentativa de reestruturação tributária, a fim de estimular o maior consumo em estados não produtores de etanol. A criação de tributos que incidam sobre as emissões de CO₂ também poderia contribuir para aumentar o consumo de combustíveis de baixo carbono, como é o caso do etanol de cana e de outros biocombustíveis.

Aspectos financeiros

Trata-se de um setor que exige investimento de capital elevado. Por exemplo, no Brasil uma nova usina atinge sua escala mínima de eficiência com o processamento aproximado de 3,5 milhões de toneladas, o que representa um investimento estimado em quase R\$ 1 bilhão, cujo retorno é de médio e longo prazos.

¹ A alíquota, que foi de R\$ 860,00/m³ de gasolina em dezembro de 2002, sofreu diversas reduções, chegando a zero em junho de 2012, sendo restabelecida somente em 2015, em R\$ 100,00/m³ de gasolina.

As empresas de referência (usinas) nesse setor são aquelas que conseguem obter algum diferencial de custo, sobretudo na etapa agrícola. Tal diferencial é fruto de vantagens em itens diversos, como: eficiência na gestão agrícola, custo do arrendamento da terra, mão de obra, tecnologia, entre outros.

Pelo lado da receita, as usinas que conseguem combinar a produção de açúcar e etanol, de certa forma alcançam algum grau de diversificação de receitas, o que permite proteção contra as variações cíclicas dos preços de seus produtos. Contudo, as usinas dedicadas somente a etanol não apresentam essa diversificação, o que aumenta a incerteza com relação à receita esperada.

Desse modo, o investimento para produção de etanol, além de lidar com a incerteza em relação à receita futura e um elevado dispêndio de capital, ainda tem de enfrentar os riscos técnicos e econômicos inerentes a qualquer produção de base agrícola.

Enquanto na década passada houve um período de euforia pelos investimentos no mercado de biocombustíveis, a primeira metade da presente década apresentou um cenário extremamente desfavorável, em que diversos fatores (controle do preço da gasolina, aumento de custos de produção como arrendamento de terras, intempéries climáticas, entre outros) se somaram ao elevado nível de endividamento do setor, conduzindo para um quadro de significativas dificuldades financeiras para as usinas, implicando casos de recuperação judicial e falência.

Depois de um período de recuperação nos últimos anos, a maioria dos grupos econômicos do setor ainda não se restabeleceu e naturalmente analisa com cautela novos investimentos ante as experiências traumáticas vivenciadas.

Nesse cenário, uma alternativa que poderia proporcionar redução da volatilidade e melhora na previsibilidade da formação de preços do etanol hidratado – uma das possibilidades atualmente em avaliação entre governo e iniciativa privada – é a utilização de contratos de longo prazo entre as usinas e as distribuidoras, com referências de preço preestabelecidas.

O uso de contratos de longo prazo serviria ainda como importante mecanismo de financiamento, pois o fluxo futuro de recebíveis pode contribuir para reduzir o risco dos projetos ou mesmo servir como parte das garantias do financiamento.²

Novamente reforça-se a importância de que a regulação do preço da gasolina não seja influenciada somente por preocupações inflacionárias e, na medida do possível, reflita as condições de mercado internacionais. Com um padrão de precificação mais previsível da gasolina, a incerteza com relação ao retorno do investimento em etanol seria significativamente reduzida.

² Para uma discussão mais aprofundada sobre o impacto da utilização de contratos de longo prazo no aumento da oferta de etanol, ver Milanez (2015b).

Como potencializar o setor de biocombustíveis

Para que se viabilize um cenário de crescimento mais acelerado, além da difusão de novas tecnologias, como o etanol de segunda geração (E2G), e novas variedades de cana, é de fundamental importância a implementação de políticas públicas que incentivem a produção e o consumo de biocombustíveis, como é caso do RenovaBio, que será detalhado na próxima subseção. Tendo como base os cálculos realizados pelo Ministério de Minas e Energia, em parceria com diversas instituições, é possível estimar que a implementação do RenovaBio implicaria investimentos de quase R\$ 600 bilhões até 2035, tanto em novas instalações industriais quanto no plantio de novas áreas agrícolas. Nesse contexto, a produção de etanol cresceria à taxa de quase 5% a.a., atingindo mais de 60 bilhões de litros/ano em 2035, assim como biodiesel e biogás, que também apresentariam crescimentos significativos (BRASIL, 2017).

Política pública (RenovaBio)

O RenovaBio é uma política de Estado que, pela primeira vez, objetiva traçar uma estratégia conjunta para reconhecer o papel estratégico de todos os tipos de biocombustíveis (etanol, biodiesel, biometano, bioquerosene, E2G, entre outros) na matriz energética brasileira, tanto no que se refere a sua contribuição para a segurança energética, com previsibilidade, quanto para a mitigação da redução de emissões de gases causadores do efeito estufa no setor de combustíveis.

A fim de atingir esses objetivos, o RenovaBio é projetado para a introdução de mecanismos de mercado que reconheçam a capacidade de cada biocombustível para reduzir emissões, individualmente, por unidade produtora, sendo utilizados como instrumentos principais: o estabelecimento de metas nacionais de redução de emissões para a matriz de combustíveis, definidas para um período de dez anos; e a certificação da produção de biocombustíveis, atribuindo-se notas diferentes para cada produtor, conforme emissão de CO₂ no ciclo de vida (BRASIL, 2017).

Portanto, a adequada implementação e a regulamentação do RenovaBio, que foi aprovado no fim de 2017 pelo Congresso Nacional, constituem-se em grande oportunidade para desenvolver e potencializar toda a cadeia ligada a biocombustíveis.³

Produtividade agrícola

A redução dos investimentos em tratos culturais associados à renovação e ao plantio de cana-de-açúcar traduz-se em aumento da idade média do canavial, o que traz queda da produtividade agrícola e, conseqüentemente, redução da produtividade industrial

³ Mais detalhes do RenovaBio estão disponíveis para consulta em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/principal>>.

(litros etanol/tonelada de cana processada e quilogramas de açúcar/tonelada de cana processada). Como resultado, os custos de produção aumentam, levando à deterioração da competitividade industrial desse setor.

Por meio do incentivo à renovação e ampliação de canaviais, proporcionam-se condições favoráveis a sua melhoria. Alinhado com esse raciocínio, o BNDES lançou o Programa BNDES de Apoio à Renovação e Implantação de Novos Canaviais (Prorenova) em 2012. Posteriormente, dado o fato de as novas variedades de cana desenvolvidas terem normalmente produtividade maior, esse programa passou a concentrar-se exclusivamente nas variedades protegidas, isto é, que ainda não caíram em domínio público.

Logo, um crescimento no desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar, bem como em sua aquisição, pode retomar uma curva de crescimento na produtividade do canavial brasileiro, que tem se mantido estável nos últimos anos.

Inovação (melhoramento genético)

De acordo com o diagnóstico feito pelo BNDES em 2013, o melhoramento genético da cana-de-açúcar tem apresentado ganhos decrescentes ao longo das últimas décadas. Enquanto no período do Proálcool, entre os anos 1970 e 1980, a produtividade da cana crescia a taxas superiores a 3% a.a., a partir dos anos 2000 esse crescimento reduziu-se a menos de 1% a.a. Dentre os diversos fatores que têm contribuído para esse processo, destaca-se a necessidade de acelerar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), sobretudo no que se refere à introdução do melhoramento transgênico à cultura da cana.⁴

Nesse sentido, vale destacar o investimento feito em 2014 pela BNDESPAR no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), que, três anos mais tarde, foi bem-sucedido no desenvolvimento e na aprovação, para plantio comercial, da primeira variedade transgênica de cana do mundo, fato que finalmente insere a cana-de-açúcar no paradigma tecnológico da transgenia, já presente nas grandes culturas agrícolas há quase vinte anos e que tem sido responsável por boa parte dos ganhos de produtividade.

Além do melhoramento transgênico, cabe destacar também o rápido avanço da cana-energia, que é uma espécie de cana com potencial para ampliar significativamente a produtividade da cana-de-açúcar tradicional, além de se adaptar a ambientes mais adversos de clima e solo. Por exemplo, a cana-energia tem raízes mais profundas que permitem buscar água em maiores profundidades, o que permite superar uma das barreiras ao crescimento da produção de etanol e outros derivados, que é a limitação de área geográfica para plantio. Os experimentos iniciais apontam para indicadores muito positivos, porém, é uma tecnologia ainda em desenvolvimento, que não pode ser utilizada em larga escala.

⁴ Para mais detalhes desse estudo, ver Nyko et al. (2013).

Por ser mais produtiva e apresentar mais concentração de fibra, a cana-energia é uma matéria-prima mais adequada para o E2G. A expectativa é de que, com a ampliação da área plantada e com maiores investimentos em P&D, a partir de 2025 sua produtividade agrícola ultrapasse 250 toneladas/hectare, volume que permitiria gerar rendimento de quase 25 mil litros de etanol/hectare, nível mais de três vezes superior à produtividade atual do etanol de primeira geração (E1G) (sete mil litros/hectare).

Inovação (etanol de segunda geração)

A inovação do E2G pode tornar-se um grande diferencial competitivo, ao permitir aproveitar “resíduos” da produção (no caso da cana-de-açúcar, bagaço e palha) para produzir etanol. Assim, uma vez viabilizada a tecnologia, seria possível gerar aumento de produtividade por hectare em torno de 45%, sem precisar ampliar a área de produção de cana.

Adicionalmente, por utilizar resíduos agrícolas, o E2G contorna a polêmica acerca do equivocado dilema “biocombustíveis *versus* alimentos”, pois torna a produção de etanol complementar à de alimentos. Sem mencionar que a receita adicional derivada do E2G serve como um importante benefício ao produtor agrícola.

O BNDES, com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), desenvolveu um diagnóstico⁵ que apontou para a necessidade de incentivo a investimentos no E2G no Brasil, o que resultou no lançamento do Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (Paiss), que gerou mais de R\$ 3 bilhões em investimentos. Como consequência, o Brasil tem agora as duas primeiras plantas em escala comercial da nova tecnologia, equiparando-se aos EUA na corrida tecnológica pelo desenvolvimento do E2G. A primeira planta inaugurada foi a da Granbio (AL), com capacidade de cerca de noventa milhões de litros/ano. A segunda planta, da Raízen, foi construída de forma integrada a uma usina de E1G em Piracicaba (SP) e tem capacidade para 45 milhões de litros de E2G/ano.

Ademais, o BNDES tem trabalhado em conjunto com o governo brasileiro para avaliar a implementação de instrumentos de política que incentivem o consumo de E2G, já que, conforme inúmeros casos de indústria nascente, embora os custos iniciais sejam mais elevados, há um significativo espaço para aumento de eficiência e competitividade. De acordo com estudo realizado pelo BNDES em parceria com o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), no longo prazo o E2G competirá até mesmo com o petróleo negociado a US\$ 40/barril (MILANEZ *et al.*, 2015a).

Na medida em que o E2G pode ser produzido por qualquer país com resíduos agrícolas ou florestais, o BNDES também tem procurado incentivar a maior cooperação

⁵ Para mais detalhes sobre esse diagnóstico, ver Nyko *et al.* (2010).

internacional em torno do desenvolvimento do E2G, como no caso da Plataforma para o Biofuturo, iniciativa que será detalhada mais à frente. Com isso, espera-se um aumento do número de países exportadores, contribuindo para a criação de um mercado internacional.

Novos biocombustíveis (biogás)

Em função das crescentes preocupações ambientais, tanto para acelerar as substituições de fontes fósseis para produção de energia elétrica, como para melhorar e ampliar as alternativas de tratamento de resíduos orgânicos, o biogás tem sido alvo de diversas iniciativas de fomento ao redor do mundo, com destaque para países como Alemanha e EUA.

De fato, o biogás apresenta excelentes condições para reduzir a emissão de metano orgânico e de CO₂, além de ser um biocombustível que pode ser utilizado na geração de eletricidade e em veículos, em substituição ao diesel e, com algum processamento, ao gás natural em todas as suas aplicações.

O biogás, especificamente pela possibilidade de ser gerado de forma contínua, difere da energia eólica ou solar, podendo ser estocado a custos baixos, seja na forma de matéria-prima, seja como gás comprimido. Além disso, em virtude de sua estabilidade, o biogás pode atuar como mecanismo regulador da intermitência das fontes eólica e fotovoltaica. Destaca-se que o biogás tem “pegada negativa de carbono”, pois não somente é de baixa emissão como também mitiga a poluição que seria causada, em caso de não aproveitamento, pelos próprios resíduos que constituem suas fontes de matéria-prima. Finalmente, a produção do biogás, quando derivado de atividades agropecuárias, é também fator de segurança energética ao diminuir as dificuldades de atendimento da demanda por energia elétrica em áreas distantes do meio rural.

De fato, o potencial do biogás não se limita à geração de eletricidade renovável. Com o desenvolvimento tecnológico de tratores e caminhões movidos a gás, abre-se uma excelente oportunidade para substituição gradativa do diesel nas operações agropecuárias, que representam 15% do consumo nacional, contribuindo para redução de emissões de CO₂ e para a sustentabilidade ambiental.

São necessárias não apenas políticas públicas que gerem estímulos essenciais para o desenvolvimento e a adoção de tecnologias de produção do biogás, mas também medidas que incentivem o consumo do produto (por exemplo, o RenovaBio).

Portanto, podemos dizer que, uma vez estabelecido um arcabouço regulatório que incentive sua maior inserção, o biogás terá papel fundamental a desempenhar no atingimento das metas de redução de emissões de CO₂ definidas pelo Acordo de Paris e no aumento da competitividade e sustentabilidade do setor agroindustrial do Brasil.

Como transformar o setor

Plataforma para o Biofuturo

O Acordo de Paris, celebrado na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 21) em 2015, foi um marco no reconhecimento da urgência da transição para uma economia global de baixo carbono, no qual quase duzentos países aprovaram um compromisso para buscar reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera em quantidade suficiente para limitar o aquecimento global abaixo de 2° C, além de dobrar esforços para que esse limite não ultrapasse 1,5° C.

No caso brasileiro, as metas de redução de emissões anunciadas pelas Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas (Intended Nationally Determined Contributions – INDC) do país são de 37% abaixo dos níveis de 2005, já em 2025, e de 43%, em 2030, para o conjunto da economia.

Nesse evento, o BNDES propôs a criação de uma aliança global em prol do desenvolvimento dos biocombustíveis. Posteriormente, o Brasil, sob a liderança do Itamaraty, logrou a criação da Plataforma para o Biofuturo, aliança internacional de vinte países que busca promover o desenvolvimento dos biocombustíveis avançados.

Considerando-se: o estágio crítico do desenvolvimento dessas tecnologias potencialmente transformadoras, como as do E2G; a necessidade premente de buscar soluções de curto e médio prazos para reduzir a pegada de carbono do setor de transportes; e a atenção insuficiente, na agenda internacional, tanto a essa necessidade quanto a essas novas soluções, a Plataforma para o Biofuturo surgiu como resposta a esses desafios e como forma de preencher uma lacuna nas discussões globais sobre soluções para a mudança do clima no setor de transportes, criando oportunidades para o Brasil e os demais países parceiros.

Atualmente, o Brasil tem uma capacidade de produção de etanol que praticamente atende ao mercado local. Todavia, há inibidores a um aumento excessivo da produção nacional, dada a dificuldade do etanol de se estabelecer como um combustível relevante na matriz de combustíveis de outros países por um conjunto de fatores detalhados a seguir. Para que isso ocorra, é necessário que mais países desenvolvam também a produção de etanol. Argumenta-se que, enquanto o número de países exportadores for reduzido, a utilização de mandatos de consumo desse combustível poderia contribuir para gerar uma situação de insegurança energética, por conta de dificuldades de abastecimento.

No mercado de E1G, não há previsão de mudança nos principais países produtores, pois as características de custo, clima e solo limitam a área de produção. Porém, com a inserção da tecnologia do E2G, o número de concorrentes pode aumentar, na medida em que qualquer país com resíduos agrícolas ou florestais estará potencialmente apto a entrar no mercado.

Outros fatores que têm contribuído para o baixo fluxo de comércio internacional do etanol estão relacionados à controvérsia “combustíveis *versus* alimentos” e à sustentabilidade ambiental. Em diversas regiões, como Europa e China, ainda há preocupações com o alternativo de terra para produção de combustíveis, resultando, argumenta-se, em um aumento dos preços dos alimentos. Em relação ao segundo fator, sustentabilidade ambiental, há um consenso de que o etanol de milho dos EUA, por utilizar o gás natural ou carvão como energia primária, gera baixo impacto na redução das emissões de CO₂. Contudo, no caso do etanol produzido a partir da cana, tal preocupação não ocorre. A produtividade da cana é bem maior: no Brasil, por exemplo, a cana ocupa apenas cerca de 2% de sua área agrícola. Ademais, como o etanol de cana utiliza o próprio bagaço como fonte primária de energia, sua capacidade de reduzir emissões de CO₂ da gasolina é superior a 60%, condição que o insere na categoria de “biocombustível avançado” pela agência de proteção ambiental dos EUA.

A importância da diversificação de fontes para dar segurança ao suprimento foi reconhecida pioneiramente pelo BNDES. Enfatizando a relevância do investimento na produção do etanol de cana em outros países, o BNDES reuniu em uma mesma publicação diversas informações técnicas e econômicas sobre o produto, o que resultou no livro verde do etanol, publicado em 2008 (BNDES; CGEE, 2008). Além disso, o Banco apoiou um estudo técnico que avaliou a viabilidade da produção de biocombustíveis nos países-membros da União Econômica e Monetária do Oeste Africano (Uemoa): Benim, Burkina Faso, Costa do Marfim, Guiné-Bissau, Mali, Níger, Senegal e Togo (BAIN & COMPANY; MACHADO, MEYER, SENDACZ E OPICE; ESALQ, 2011).

Nesse contexto, com a colaboração internacional proporcionada pela Plataforma para o Biofuturo, políticas públicas consistentes e resilientes certamente terão mais chances de ser implementadas ou ampliadas, nos níveis nacional e internacional. Isso contribuirá para aumentar o fluxo de investimentos e intercâmbio tecnológico, acelerando o desenvolvimento dos biocombustíveis avançados, bem como a oferta de outros bioprodutos e biomateriais em substituição aos de origem fóssil, além de permitir desenvolver um comércio internacional de etanol significativamente superior ao atual.⁶

Eletrificação veicular com biocombustíveis

Como alternativa para os veículos a combustão interna, destaca-se a evolução da eletrificação veicular. Nos veículos puramente elétricos, um motor elétrico é acionado com a energia oriunda da bateria e a recarga é feita pela conexão à rede elétrica. Embora estejam em contínua evolução, o custo e o peso ainda excessivos das baterias, o elevado tempo de recarga, a carente infraestrutura de recarga e a limitada autonomia são alguns dos princi-

⁶ Para mais detalhes sobre as motivações e objetivos pretendidos pela Plataforma para o Biofuturo, ver Milanez et al. (2017).

país inibidores à adoção em massa desses veículos, especialmente no curto-médio prazo. Essas dificuldades potencializam-se para o mercado de veículos pesados, sobretudo os caminhões, pois as distâncias a serem percorridas são (em média) bem elevadas. Em países com baixa malha ferroviária (em desenvolvimento), a alta participação do transporte rodoviário abre uma oportunidade interessante para os biocombustíveis. Além da dificuldade para substituir o diesel, outra dificuldade, talvez ainda maior, é a substituição do querosene de aviação por eletricidade, uma vez que a utilização de motores elétricos em aeronaves ainda está em estágio inicial de desenvolvimento tecnológico.

Já os veículos híbridos, por sua vez, são modelos intermediários combinando um motor a combustão interna com um ou mais motores elétricos para propulsão. Em linhas gerais, quanto maior o nível de hibridização, maiores o motor elétrico, o alternador e a bateria e menor o motor a combustão. Por terem a opção de serem reabastecidos com combustíveis líquidos, os veículos híbridos apresentam maior compatibilidade e flexibilidade de abastecimento do que os veículos puramente elétricos, além de também poderem utilizar biocombustíveis.

No que tange a seu impacto na redução de emissões de CO₂, a eletrificação veicular será mais ambientalmente sustentável à medida que os veículos forem recarregados com fontes renováveis de eletricidade, o que está ainda longe de ser o caso das regiões onde se concentra a maior parte da frota de veículos elétricos, como EUA, China e Europa. No caso dos veículos híbridos, esse problema pode ser minorado por meio da utilização de biocombustíveis.

Nesse cenário, apesar de ainda distante, o Brasil ocupa posição privilegiada no tocante à utilização dos modelos híbridos como instrumentos para reduzir a emissão de CO₂, dado que já há oferta abundante de biocombustíveis e a matriz elétrica do país tem elevada participação de fontes hidráulicas. Ademais, ao desenvolver híbridos baseados em biocombustíveis, o Brasil poderia se tornar plataforma de exportação desses veículos para países sem disponibilidade de energia elétrica renovável em volume significativo, ampliando também as possibilidades de exportações de biocombustíveis. Portanto, trata-se de uma rota tecnológica à qual o Brasil deve dedicar atenção para se beneficiar no médio-longo prazo.

Biorrefinarias

O desenvolvimento da biotecnologia industrial tem viabilizado a engenharia de organismos capazes de processar açúcares em diversas moléculas com aplicação na indústria química. Atualmente, o Brasil já conta com duas biorrefinarias em escala industrial, onde serão produzidos intermediários químicos a partir do caldo da cana-de-açúcar. Com o desenvolvimento da tecnologia 2G, haverá a oferta de açúcares provenientes da celulose, cujo processamento para açúcar alimentício não é adequado. Assim, esses açúcares 2G não

terão seu preço de mercado totalmente vinculado à *commodity* “açúcar”, o que certamente incentivará outros investimentos em química renovável.

Ademais, a oferta de biomassa em custos competitivos permitirá a transição de outros segmentos que atualmente se baseiam em insumos fósseis, como a petroquímica, o que representa uma grande oportunidade para a produção, em uma mesma planta, de químicos verdes e E2G. O conjunto de produtos químicos, sobretudo aqueles com diversas aplicações – mais conhecidos como *building blocks* –, compreende uma grande diversidade de opções, como o ácido succínico, butadieno, farneseno, óleos especiais, entre outros (BAIN & COMPANY; GAS ENERGY, 2014).

Esse conjunto de atividades econômicas baseadas na utilização de modernas tecnologias de conversão de biomassa, que tem sido comumente denominado de biotecnologia industrial, tem potencial de gerar investimentos de mais de US\$ 130 bilhões até 2035, segundo estudo realizado pela Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial em 2016 (ABBI, 2016).

No futuro, as usinas processadoras de cana também produzirão novos produtos, como os biocombustíveis de maior densidade energética (querosene de aviação, diesel e butanol, por exemplo) e produtos químicos de maior valor agregado. Essa diversificação produtiva possibilitará às empresas tornarem-se biorrefinarias, em alusão ao conceito de refinarias de petróleo, em que há uma multiplicidade de produtos vendidos.

Conclusão

O desenvolvimento do setor de biocombustíveis tem se beneficiado do aumento da relevância da questão ambiental, juntamente com o progressivo esgotamento dos recursos naturais fósseis. Recentemente, a política de estabilidade do preço da gasolina acarretou dificuldades financeiras para boa parte do setor de etanol, o que, em conjunto com outros fatores, resultou na estagnação de investimentos. Assim, para destravar o potencial de crescimento do setor, é necessária, entre outras medidas, a manutenção da nova política de preços adotada pela Petrobras. Para potencializar esse crescimento, além da incorporação de novas tecnologias, como o E2G, novas variedades de cana e novos biocombustíveis, será necessária a implementação de políticas governamentais como o RenovaBio, que serão fundamentais para acelerar esses avanços, permitindo vislumbrar a superação de problemas conjunturais a fim de ganhar maior competitividade e incorporar tecnologias mais produtivas. Finalmente, um processo de transformação setorial exigiria ampliar a participação internacional do etanol brasileiro, por meio de iniciativas como a Plataforma para o Biofuturo, além de incentivar a migração do setor para o paradigma de biorrefinarias, cenário em que o Brasil se tornaria referência mundial na produção de bioprodutos sustentáveis, incluindo não apenas combustíveis, mas também produtos químicos de maior valor agregado.

Referências

ABBI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL. *A contribuição da biotecnologia industrial ao desenvolvimento brasileiro*. São Paulo: ABBI, 2016. Disponível em: <http://www.abbi.org.br/wp-content/uploads/2018/02/ABBI_Proposta_de_Valor_E2G_26dez2016_Final.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Perspectivas do etanol na matriz de transportes do Brasil*. Campinas, 2016. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: USO EFICIENTE DO ETANOL. Disponível em: <<http://eventos.inee.org.br/sites/eventos.inee.org.br/files/docs/iii-seminario-internacional-sobre-uso-eficiente-etanol/abertura/aurelio-amaral-perspectivas-para-etanol-matriz-transportes-brasil-120.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BAIN & COMPANY; GAS ENERGY. *Potencial de diversificação da indústria química: Químicos com base em fontes renováveis*. 2014. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/pdf/estudos-bndes.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

BAIN & COMPANY; MACHADO, MEYER, SENDACZ E OPICE; ESALQ/USP., Chamada Pública BNDES/FEP Prospeção nº 02/2011 – Produção de biocombustíveis no oeste africano. [2011]. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep/prospeccao/chamada-publica-bndesfep-prospeccao-no-022011-pro>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2002>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *RenovaBio – Nota explicativa sobre a proposta de criação da Política Nacional de Biocombustíveis*. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/documentos/apresentacoes/renovabio-detalhamento-da-proposta-25/08/2017>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

MILANEZ, A. Y. et al. De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar: uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 41, p. [237]-294, mar. 2015a. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4283>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. A introdução de contratos de longo prazo poderia viabilizar a retomada de investimentos na produção de etanol hidratado carburante? *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 42, p. [55]-100, set. 2015b. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9617>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. O Acordo de Paris e a transição para o setor de transportes de baixo carbono: o papel da Plataforma para o Biofuturo. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 45, p. [285]-340, mar. 2017. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11756>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

NYKO, D. et al. A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 32, p. 5-48, set. 2010. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2406>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 37, p. 399-442, mar. 2013. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1503>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

RFA – RENEWABLE FUEL ASSOCIATION. *Building partnerships – growing markets*. 2017 Ethanol Industry Outlook. [Washington, DC?], 2017.

